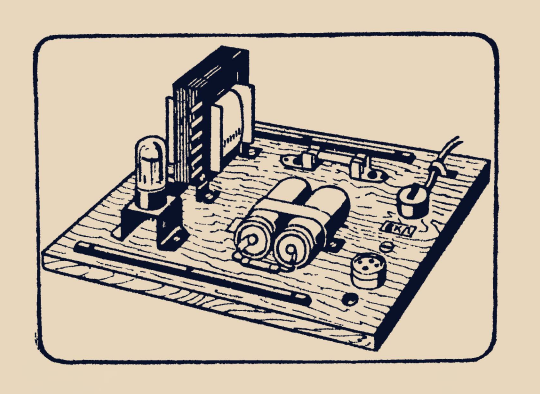
МАССОВАЯ РАДИО-БИБЛИОТЕКА

С. С. ВАЙНШТЕЙН

КАК ПОСТРОИТЬ ВЫПРЯМИТЕЛЬ



Госэнергоиздат

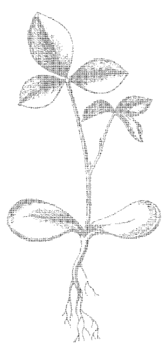
МАССОВАЯ РАДИОБИБЛИОТЕКА

ПОД ОБЩЕЙ РЕДАКЦИЕЙ АКАДЕМИКА А. И. БЕРГА

Выпуск 175

С. С. ВАЙНШТЕЙН

КАК ПОСТРОИТЬ ВЫПРЯМИТЕЛЬ







ГОСУДАРСТВЕННОЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО

МОСКВА 1953 ЛЕНИНГРАД

В брошюре рассказывается о том, как построить выпрямитель для питания анодных цепей батарейных радиоприемников и других ламповых устройств.

Брошюра рассчитана на широкий круг начинающих радиолюбителей.

СОДЕРЖАНИЕ

Редактор *И. И. Спижевский* Техн. редактор *Г. Е. Ларионов*

Сдано в набор 18/XI 1952 г. Подписано к печати 28/I 1953 г
Бумага 84×108 1/32, — 1/4 бумажн. лист. = 0,82 п. л Уч.-изд. л 1
Т-00241 Тираж 50 000 экз. Цена 40 коп. Заказ 3404

Типография Госэнергоиздата. Москва, Шлюзовая наб., 10.

ВВЕДЕНИЕ

В любом ламповом приемнике анодные цепи всегда питаются от источников постоянного тока. В батарейных приемниках для этого применяются анодные батареи, а в сетевых приемниках — выпрямители. Выпрямитель представляет собой устройство для преобразования переменного тока в постоянный. Выпрямители могут быть с трансформаторами и без них. И те, и другие могут быть ламповыми, селеновыми или купроксными, собранными по схеме однополупериодного или двухполупериодного выпрямления.

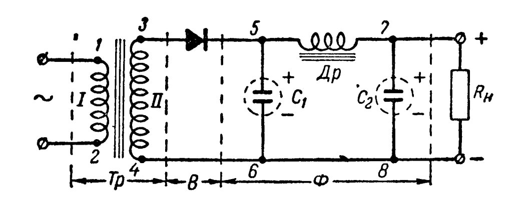
Выпрямители с трансформаторами состоят из трех основных частей: силового трансформатора, выпрямительной части (назовем ее выпрямительным элементом схемы) и сглаживающего фильтра. Выпрямители без трансформаторов состоят только из двух последних частей. Силовой трансформатор служит для повышения или понижения подводимого к выпрямителю переменного напряжения. Выпрямительный элемент, обладая свойством односторонней проводимости тока, служит для преобразования (выпрямления) переменного тока в ток одного направления.

Выпрямленный ток сильно пульсирует, т. е. изменяется по своей величине от наибольшего значения до нуля. Пульсирующий же ток можно представить как постоянный (постоянная составляющая), так как он течет только в одном направлении, с которым складывается переменный ток (переменная составляющая). Если питать им анодные цепи приемника, то в громкоговорителе будет слышен сильный фон переменного тока, искажающий принимаемую передачу. Поэтому пульсирующий ток необходимо сгладить, т. е. настолько уменьшить пульсации, чтобы он почти не менялся по своей величине. Для этой цели и служит третья часть выпрямителя — сглаживающий фильтр.

Существует несколько принципиальных схем выпрямителей. Основными из них являются: схемы однополупериодно-

го и двухполупериодного выпрямления, мостиковая схема двухполупериодного выпрямления и схема двухполупериодного выпрямления с удвоением напряжения.

На фиг. 1 приведена принципиальная схема однополупериодного выпрямителя. Пунктирными вертикальными линиями показаны его основные части: *Тр* — трансформатор, *В* — выпрямительный элемент, *Ф* — сглаживающий фильтр. В качестве выпрямительного элемента в схеме может быть применен или селеновый столбик, или лампа (кенотрон), пропускающие ток в одном направлении — от анода к катоду, если на аноде по отношению к катоду будет положительный полюс напряжения. Нагрузочное сопротивление



Фиг. 1. Однополупериодная схема селенового выпрямителя.

здесь заменяет анодные цепи приемника, т. е. оно подобрано так, чтобы через него проходил ток, равный току, потребляемому анодными цепями приемника.

К зажимам трансформатора *Тр*, отмеченным значком ~, подводится напряжение сети переменного тока (в бестрансформаторных выпрямителях напряжение сети переменного тока подводится непосредственно к точкам *3* и *4*). Пусть в течение одной половины периода ток через первичную обмотку *I* трансформатора *Тр* будет проходить от точки *1* к точке *2*, тогда в другую половину периода он будет проходить в обратном направлении. Следовательно, в точках *1* и *2* обмотки *I* и в точках *3* и *4* обмотки *II* трансформатора с каждым полупериодом будет изменяться полярность напряжения. В течение полупериода, когда в точке *3* будет положительный, а в точке *4* отрицательный полюс переменного напряжения, выпрямительный элемент *В* будет пропускать ток, который пройдет и через нагрузочное сопротивление $R_н$ в направлении от зажима, обозначенного знаком + (плюс) к зажиму, обозначенному знаком — (минус). В следующий полупериод переменный ток изменит свое направление, и поэтому в точке *3* будет отрицательный, а в

точке *4* положительный полюс напряжения, вследствие чего через выпрямительный элемент ток проходить не будет.

Полупериод переменного тока, в течение которого на аноде выпрямительного элемента сохраняется знак «плюс», называется положительным полупериодом этого тока, а полупериод, в течение которого на аноде сохраняется знак «минус», — отрицательным полупериодом. Так как ток через выпрямительный элемент проходит только в течение одних (положительных) полупериодов, то отсюда и название — однополупериодное выпрямление.

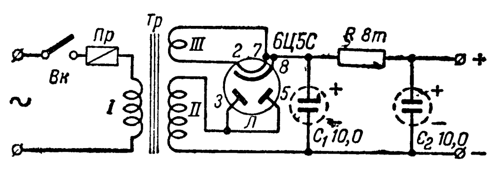
Если бы в схеме выпрямителя отсутствовал сглаживающий фильтр, состоящий из дросселя *Др* и конденсаторов C_1 и C_2, то через нагрузочное сопротивление $R_н$ проходил бы пульсирующий ток, величина которого изменялась бы точно так же, как изменяется величина переменного тока в течение положительного полупериода. Напряжение между зажимами «+» и «—», т. е. на нагрузочном сопротивлении $R_н$, было бы также пульсирующим, причем в течение отрицательного полупериода оно бы вообще отсутствовало. Наличие в выпрямителе сглаживающего фильтра приводит к тому, что на нагрузочном сопротивлении сохраняется практически почти постоянное напряжение, и поэтому через это сопротивление проходит постоянный ток в течение всего периода.

Действие сглаживающего фильтра заключается в следующем. В течение положительного полупериода, когда через выпрямительный элемент *В* проходит ток, конденсатор C_1 заряжается до наибольшего значения переменного напряжения на вторичной обмотке *II* трансформатора *Тр*, а в течение отрицательного полупериода, когда ток через выпрямительный элемент прекращается, этот конденсатор поддерживает напряжение на нагрузочном сопротивлении $R_н$, и ток через него продолжает проходить в прежнем направлении. По мере разряда конденсатора величина тока, конечно, уменьшается, и поэтому ток в цепи нагрузки пульсирует. Для снижения пульсаций между точками *5* и *7* включен дроссель *Др*, а между точками *7* и *8* — еще один конденсатор C_2. Дроссель *Др* оказывает значительное сопротивление переменной составляющей пульсирующего тока, благодаря чему на зажимах «+» и «—» получается практически почти постоянное напряжение. В маломощных выпрямителях, применяемых, например, для питания анодных цепей батарейных приемников, часто дроссель заменяют постоянным сопротивлением.

ЛАМПОВЫЙ ВЫПРЯМИТЕЛЬ ПО ОДНОПОЛУПЕРИОДНОЙ СХЕМЕ ВЫПРЯМЛЕНИЯ

Выпрямитель, в котором для выпрямления переменного тока применяется электронная лампа (кенотрон), называется ламповым или кенотронным выпрямителем. Кенотроны бывают одноанодными и двуханодными. В маломощных выпрямителях иногда вместо кенотронов используют некоторые типы приемно-усилительных ламп.

Схема. На фиг. 1 показана простейшая схема лампового выпрямителя. Принципиально она работает так же, как и схема однополупериодного выпрямления, приведенная на фиг. 2, и отличается от последней тем, что в ней в качестве выпрямительного элемента используется кенотрон *Л*, для накала нити которого в силовом трансформаторе *Тр* сделана



Фиг. 2. Однополупериодная схема кенотронного выпрямителя.

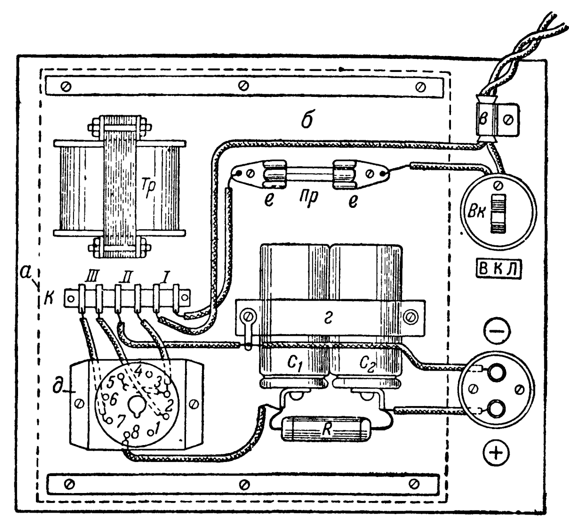
дополнительная обмотка *III*. Кроме того, в рассматриваемой схеме, в фильтре, вместо дросселя применено постоянное сопротивление *R*.

Детали. Для изготовления выпрямителя по схеме фиг. 2 необходимы следующие детали: силовой трансформатор *Тр*, кенотрон *Л* типа 6Ц5С, ламповая панелька, два электролитических конденсатора C_1 и C_2 типа КЭ-1, КЭ-2 или КЭ-3 емкостью 10—20 *мкф* и рабочим напряжением 250—300 *в*, постоянное сопротивление *R* типа ВС величиной 8 000—10 000 *ом* с допустимой мощностью рассеяния не менее 1 *вт*, предохранитель *Пр*, выключатель *Вк* и штепсельная розетка от осветительной сети.

Силовой трансформатор можно изготовить самому. Сердечник трансформатора сечением около 3 *см*² собирается из пластин Ш-18. Каркас склеивается из картона толщиной 0,8—1,5 *мм*. Сначала наматывается сетевая обмотка *I*, затем повышающая *II* и, наконец, накальная *III*. Сетевая обмотка *I* для напряжения сети 127 *в* должна содержать 2 000 витков провода ПЭЛ 0,15—0,17, а для сети 220 *в* — 3 500 витков провода ПЭЛ 0,11—0,13. Повышающая обмотка *II* в обоих случаях должна иметь 2 200 витков провода

ПЭЛ 0,11—0,12, а накальная обмотка *III* — 100 витков провода ПЭЛ 0,6—0,62. Для такого трансформатора можно использовать сердечник и каркас от какого-либо готового силового трансформатора или дросселя низкой частоты. Если сечение используемого сердечника больше чем 3 $см^2$ (например, 4 $см^2$), то число витков обмоток надо уменьшить (на $^1/_4$).

Сборка выпрямителя. На фиг. 3 показаны примерное расположение деталей на шасси выпрямителя и порядок соеди-



Фиг. 3. Примерное размещение деталей на шасси выпрямителя и монтаж их.

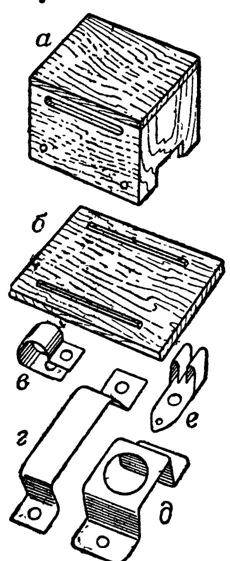
нения их между собой, а на фиг. 4 — коробка (кожух) *а*, шасси *б* и крепежные детали, размеры которых не указаны, так как они определяются размерами деталей выпрямителя.

Шасси можно изготовить из сухой доски или фанеры толщиной 10—12 *мм*. К такой доске вдоль ее краев привинчивают два деревянных бруска сечением 10×15 *мм* (для крепления кожуха), которые изготовляются тоже из доски или фанеры толщиной 8—10 *мм*. В нижней части (ближайшей к шнуру питания) и верхней части боковых стенок кожуха делаются вентиляционные щели шириной 9—10 *мм*.

Скобу *г* для крепления электролитических конденсаторов, хомутик *в* для крепления шнура питания, скобу *д* для ламповой панельки и держатель *е* для предохранителя можно

изготовить из полосок латуни, алюминия или мягкой стали. Крепятся все эти детали к шасси шурупами.

Обозначения деталей, показанных на фиг. 3, соответствуют обозначениям на принципиальной схеме фиг. 2. Контактная планка *К* трансформатора *Тр* для наглядности показана на фиг. 3 отдельно, хотя в действительности она находится на трансформаторе. Для монтажа можно применять медный жесткий провод с достаточно хорошей изоляцией или же голый медный провод, на который надо надеть изоляционную трубку. Диаметр провода может быть от 0,8 до 1,5 *мм*. Концы монтажных проводов и выводы деталей нужно зачистить и залудить. Паять следует оловом с канифолью или спирто-канифольным флюсом (раствор канифоли в спирте). Вместо этих флюсов можно применять стеарин, но только не паяльную кислоту.



Фиг. 4. Кожух (крышка), шасси и крепежные детали выпрямителя.

а—кожух; *б*—шасси (основание); *в*—хомутик для крепления шнура питания, *г*—скобка для крепления электролитических конденсаторов; *д*—скобка для крепления ламповой панельки; *е*—контакты для крепления предохранителя.

Пользование выпрямителем. Собранный выпрямитель до включения в электросеть следует внимательно просмотреть, чтобы убедиться в правильности выполненного монтажа. После этого можно вставить кенотрон и предохранитель (предохранитель должен быть рассчитан на ток 0,25 *а*). Затем надо включить вилку шнура питания в штепсельную розетку, соединенную с электросетью, и перевести выключатель *Вк* в положение «включено». Если выпрямитель исправен, то через 0,5—1 мин. разогреется катод кенотрона *Л* и на гнездах «+» и «—» штепсельной розетки появится выпрямленное напряжение. До включения выпрямителя в электросеть рекомендуется присоединить к этим гнездам нагрузочное сопротивление в 10 000—15 000 *ом*.

При испытании выпрямителя не следует прикасаться руками к проводникам и точкам схемы, находящимся под напряжением.

Наличие и величину выпрямленного напряжения определяют с помощью вольтметра постоянного тока на 200 *в*,

обладающего внутренним сопротивлением не менее 100 *ом* на 1 *в*. Вольтметр подключается к гнездам «+» и «—» выпрямителя. В крайнем случае наличие выпрямленного напряжения можно определить с помощью исправного конденсатора (лучше всего бумажного) емкостью в несколько микрофарад. Надо на короткое время прикоснуться выводами конденсатора к гнездам «+» и «—» выпрямителя, т. е. зарядить конденсатор (если используется электролитический конденсатор, то, подключая его к гнездам, надо соблюдать полярность) и затем замкнуть выводы конденсатора куском провода или отверткой, т. е. разрядить его. Разряд конденсатора, сопровождающийся заметной искрой, и будет служить признаком того, что выпрямитель дает напряжение, т. е. работает.

При номинальном напряжении электросети и выпрямленном токе 5—10 *ма* описанный выпрямитель дает на выходе напряжение 140—90 *в*.

Если выпрямитель почему-либо перестанет работать, надо в первую очередь немедленно выключить его, а затем уже приступать к поискам повреждения. Наличие повреждения в выпрямителе определяют по одному из двух следующих основных признаков: или выпрямитель совершенно не дает напряжения на выходе, или же оно становится значительно меньше нормального.

Причинами полного отсутствия на выходе выпрямленного напряжения могут быть следующие повреждения: 1) обрыв в шнуре; 2) перегорание предохранителя; 3) короткое замыкание или обрыв в обмотках трансформатора; 4) выход из строя кенотрона; 5) пробой конденсатора C_1; 6) выход из строя сопротивления фильтра; 7) пробой конденсатора C_2; 8) нарушение контакта в какой-либо точке схемы, начиная от вилки шнура питания и до выходных гнезд выпрямителя.

Короткое замыкание в обмотках трансформатора и пробой конденсатора C_1 всегда сопровождаются сгоранием предохранителя. Кроме того, при пробое конденсатора C_1 нередко перегорает и нить кенотрона.

Если выпрямитель работает, но дает очень низкое выпрямленное напряжение, то причиной этого могут быть следующие дефекты: 1) обрыв в конденсаторе C_1 (при этом возрастают пульсации выпрямленного тока и в громкоговорителе появляется сильный фон переменного тока); 2) резкое повышение величины сопротивления сглаживающего

фильтра выпрямителя, приводящее к значительному падению напряжения на нем; 3) значительное понижение напряжения в самой электросети.

Легче всего можно обнаружить причину той или иной неисправности с помощью измерительных приборов (омметра, вольтметра и др.). Без приборов это сделать значительно труднее, но все-таки можно. Для определения коротких замыканий можно использовать простейший пробник, состоящий из батарейки и соединенной с ней последовательно лампочки от карманного фонаря.

Проверку выпрямителя надо вести в определенной последовательности. Прежде всего надо определить, в какой части выпрямителя имеется неисправность, а затем нетрудно будет найти и место повреждения. Например, сначала можно проверить исправность силового трансформатора. Для этого надо вынуть из панельки кенотрон, установить исправный предохранитель и включить выпрямитель в электросеть. Если при этом перегорит предохранитель, то это будет свидетельствовать о наличии короткого замыкания в обмотках силового трансформатора или в соединительных проводниках, идущих от предохранителя к контактной планке этого трансформатора. Наличие короткого замыкания в конденсаторах C_1 и C_2 фильтра можно обнаружить поочередным выключением их из схемы. При отключении неисправного конденсатора прекратится искрение в кенотроне. Такой последовательной проверкой схемы можно сравнительно легко обнаружить место повреждения.

СЕЛЕНОВЫЙ ВЫПРЯМИТЕЛЬ ПО ОДНОПОЛУПЕРИОДНОЙ СХЕМЕ ВЫПРЯМЛЕНИЯ

Селеновый выпрямитель отличается от описанного лампового выпрямителя лишь тем, что в нем вместо кенотрона применяется выпрямительный столбик, состоящий из определенного количества селеновых шайб. Селеновая выпрямительная шайба представляет собой стальную или алюминиевую пластинку, покрытую с одной стороны тонким слоем селена. Этот слой называется запирающим слоем и служит анодом. Поверх него нанесен слой легкоплавкого сплава из висмута, кадмия и олова; он выполняет роль катода. Такая шайба хорошо пропускает ток в направлении от анода к катоду и плохо проводит его в обратном направлении.

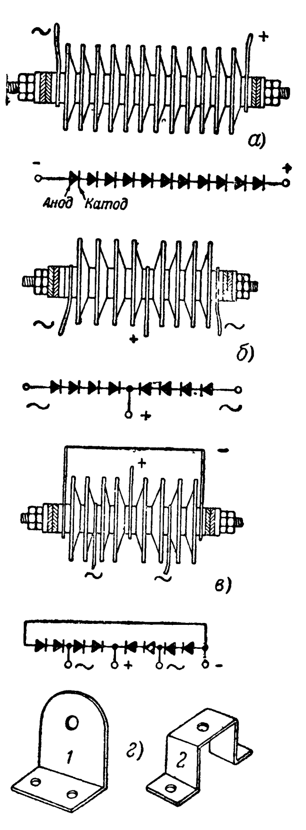
На одну селеновую шайбу можно подавать напряжение около 14 *в* и пропускать через нее ток плотностью не выше

25 *ма* на 1 *см²* рабочей поверхности. Поэтому для выпрямления высоких переменных напряжений и применяют несколько селеновых шайб, собранных в виде столбиков (фиг. 5,*а*).

Как столбики, так и шайбы можно соединять последовательно и параллельно между собой. Число шайб в столбиках и схема их соединений зависят от величин напряжения и тока. Чтобы рассчитать какой ток I можно пропускать через селеновую шайбу, надо измерить внешний D и внутренний d диаметры рабочей поверхности (селенового слоя) шайбы в сантиметрах и подставить эти значения в формулу $I = 25(D^2 - d^2)$ *ма*.

Для описываемого здесь выпрямителя можно применить столбик с шайбами диаметром 25 или 35 *мм*. Такой столбик должен состоять минимум из 15—16 шайб, соединенных последовательно.

У столбиков заводской сборки обычно отрицательный вывод окрашен в синий цвет, а положительный — в красный. В продажу выпускаются столбики, предназначенные для однополупериодного (фиг. 5,*а*) и двухполупериодного (фиг. 5,*б*) выпрямления, а также для мостиковых схем (фиг. 5,*в*). При желании применить один из последних двух столбиков для однополупериодного выпрямления его придется перебрать так, чтобы все шайбы были соединены последовательно. Если в таком столбике больше чем 16 шайб, то лишние шайбы можно не удалять, а соединить последовательно с остальными. Если же столбик содержит значительно больше указанного числа шайб, то лишние следует заменить простыми шайбами или же обрезать освободив-



Фиг. 5. Селеновые выпрямительные столбики и их схемы.

а—столбик для однополупериодной схемы выпрямления; *б*—столбик для двухполупериодной схемы выпрямления, *в*—столбик для мостиковой схемы выпрямления; *г*—скобки для горизонтального *1* и вертикального *2* крепления столбиков.

шийся конец шпильки. Шпилька (стержень, на который насаживаются шайбы) по всей своей длине, кроме концов с нарезкой, изолирована. При сборке столбика все селеновые шайбы и выводы располагаются на этой изолированной части шпильки. Затем на концы столбика ставят изоляционные и металлические шайбы (они имеются на каждом готовом селеновом столбике) и навинчивают гайки. Собранный столбик для надежности переходных контактов до отказа стягивается гайками.

Готовый столбик, предназначенный для двухполупериодного выпрямления, если он имеет в каждом плече по 12—16 шайб, можно использовать без переделки для однополупериодного выпрямления, соединив параллельно между собой оба его плеча. Для этого надо лишь соединить между собой оба его отрицательных вывода (синие).

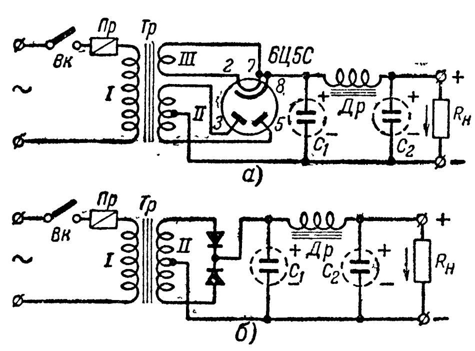
Селеновый выпрямитель можно собрать по схеме описанного выше кенотронного выпрямителя, заменив кенотрон селеновым столбиком. В этом случае накальная обмотка трансформатора не используется. Селеновый столбик устанавливается на шасси вертикально вместо лампы, хотя, как правило, для лучшего охлаждения эти столбики должны монтироваться в горизонтальном положении. Однако в данном случае через селеновый столбик будет протекать небольшой ток, и поэтому столбик не будет греться. При монтаже надо лишь правильно подключить выводы столбика, а именно: к трансформатору — отрицательный, а к конденсатору — положительный вывод. На фиг. 5,*г* показаны образцы скоб для горизонтального *1* и вертикального *2* крепления столбика.

ВЫПРЯМИТЕЛИ ПО ДВУХПОЛУПЕРИОДНОЙ СХЕМЕ ВЫПРЯМЛЕНИЯ

В приемниках, потребляющих анодный ток больше чем 20—30 *ма*, обычно применяются двухполупериодные выпрямители. Схема такого выпрямителя с кенотроном приведена на фиг. 6,*а*, а с селеновым столбиком — на фиг. 6,*б*.

Работает двухполупериодная схема выпрямления так (фиг. 6,*а*). Допустим, что в течение одного полупериода переменное напряжение, подаваемое с повышающей обмотки трансформатора к анодам кенотрона, имеет «плюс» на аноде *3* и «минус» на аноде *5*. В этом случае ток будет проходить через кенотрон от анода *3* к катоду *8*. В течение второго полупериода полярность напряжения на концах повышающей обмотки меняется на обратную, и анод *5* кенотро-

на оказывается под положительным потенциалом, а анод 3 — под отрицательным. Ток через кенотрон в это время будет проходить от анода 5 к катоду 8. Таким образом, в течение одних полупериодов проводит ток одна половина кенотрона, а в течение других полупериодов — другая его половина. Но ток через кенотрон все время проходит в одном направлении — от анодов кенотрона к его катоду. Поэтому на катоде кенотрона всегда будет «+» (плюс), а на средней точке трансформатора «—» (минус) выпрямленного напряже-



Фиг. 6. Двухполупериодные схемы выпрямителей.
а — с кенотроном; *б* — с селеновым столбиком.

ния, и ток через нагрузочное сопротивление $R_н$ будет всегда проходить в одном направлении, указанном на фиг. 6,*а* стрелкой.

Аналогично работает и двухполупериодный выпрямитель с селеновым столбиком (фиг. 6,*б*). В течение одних полупериодов подводимого переменного напряжения ток проводит одна половина столбика, а в течение других полупериодов — другая половина столбика.

Преимущество двухполупериодного выпрямителя состоит в том, что он выпрямляет обе половины каждого периода переменного тока, в то время как однополупериодный выпрямитель выпрямляет только одну половину. Это значит, что в первом случае для питания приемника используются обе половины каждого периода переменного тока, а во втором — только одна половина. Кроме того, при однополупериодном выпрямлении частота пульсаций выпрямленного тока равна частоте подводимого переменного напряжения (50 *гц*), а при двухполупериодном выпрямлении она вдвое

больше (100 *гц*). А чем выше частота пульсаций, тем легче сглаживать выпрямленный ток. И, наконец, постоянная составляющая выпрямленного тока в течение одного полупериода переменного напряжения проходит через одну половину повышающей обмотки силового трансформатора в одном направлении, а в течение второго полупериода — через другую ее половину, в обратном направлении. Благодаря этому отсутствует постоянное подмагничивание сердечника трансформатора.

Так как при двухполупериодном выпрямлении за время каждого полупериода используется только одна из половин повышающей обмотки силового трансформатора, то вся эта обмотка должна быть рассчитана на напряжение, вдвое большее выпрямленного напряжения.

Конструкция силового трансформатора для двухполупериодного выпрямителя ничем не отличается от трансформатора для однополупериодного выпрямителя, за исключением того, что вторичная его обмотка должна иметь вывод от средней точки (вывод от половины числа ее витков).

В маломощных выпрямителях обычно используется кенотрон типа 6Ц5С. Вместо кенотрона можно применить два селеновых столбика для однополупериодного выпрямления или один столбик, собранный по двухполупериодной схеме, согласно фиг. 5,*б*. Число шайб в каждом плече должно соответствовать величине подводимого напряжения, т. е. напряжению каждой половины вторичной обмотки трансформатора. При сборке селенового выпрямителя по мостиковой схеме (фиг. 5,*в*) в каждом плече мостика применяется столбик с числом шайб, соответствующим полному напряжению, даваемому вторичной обмоткой силового трансформатора. Диаметр шайб выбирается по величине тока.

При определении числа шайб в каждом плече надо исходить из соображений, что на одну шайбу допускается напряжение не выше 14 *в*. Для большей же гарантии прочности столбика лучше брать несколько меньшее напряжение на одну шайбу, например 10 *в*. Тогда, разделив на 10 напряжение, даваемое одной половиной повышающей обмотки трансформатора, определим число шайб в одном плече.

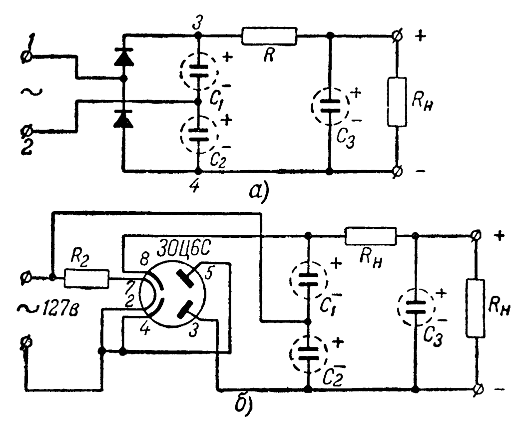
При анодном токе больше чем 20 *ма* в сглаживающем фильтре следует применять дроссель.

Для тока 30—60 *ма* дроссель можно изготовить с сердечником сечением 3—4 *см*², собрав его не «в перекрышку», а «в стык», с зазором 0,1—0,2 *мм*. Обмотка дросселя должна иметь 4 000—5 000 витков провода ПЭЛ 0,18—0,2.

ВЫПРЯМИТЕЛИ БЕЗ ТРАНСФОРМАТОРОВ

В отдельных случаях для питания радиоприемников можно применять выпрямители и без трансформаторов. Удобнее всего в таких выпрямителях вместо кенотронов применять селеновые столбики.

Описанный выше однополупериодный селеновый выпрямитель легко превратить в бестрансформаторный. Для этого надо исключить из него трансформатор *Тр* и подать напряжение сети непосредственно к точкам *3* и *4* (фиг. 1). Для сети с напряжением 127 *в* надо собрать столбик из 13 шайб,



Фиг. 7. Бестрансформаторные двухполупериодные схемы выпрямителей с удвоением напряжения.

а—с селеновым столбиком; *б*—с кенотроном.

а для сети 220 *в* — из 22 шайб. Для того чтобы можно было потреблять от выпрямителя выпрямленное напряжение около 90—100 *в* при токе 8—10 *ма*, нужно при напряжении сети 127 *в* поставить в фильтр вместо дросселя *Др* сопротивление *R* величиной 3 000 *ом*, а при напряжении сети 220 *в* — сопротивление 10 000 *ом*. При использовании такого выпрямителя один полюс электросети всегда остается соединенным с приемником, поэтому к последнему нельзя присоединять непосредственно провод от заземления.

Если нужно получить выпрямленное напряжение, большее, чем напряжение сети, то бестрансформаторный выпрямитель собирается по двухполупериодной схеме выпрямления с удвоением напряжения (фиг. 7,*а*). Принцип работы этой схемы заключается в следующем. В течение одного по-

лупериода переменного напряжения, когда к точке *1* подводится «плюс», а к точке *2* — «минус» напряжения, ток проходит только через верхний селеновый столбик. В следующий полупериод полярность напряжения в точках *1* и *2* переменится, и ток будет проходить через нижний столбик. В течение первого полупериода будет заряжаться конденсатор C_1, а в течение второго полупериода — конденсатор C_2. Каждый из этих конденсаторов заряжается до напряжения, почти равного максимальному значению переменного напряжения между точками *1* и *2*. Так как эти конденсаторы включены последовательно, то их напряжения сложатся, и поэтому в точках *3* и *4* будет действовать суммарное (в два раза большее) напряжение. Если действующее напряжение электросети равно 127 *в*, то максимальное напряжение будет $127 \times 1{,}41 = 180$ *в*, а в точках *3* и *4* оно может достигать $180 \times 2 = 360$ *в*.

Конденсаторы C_1 и C_2 должны быть емкостью по 10 *мкф* на рабочее напряжение не менее 250 *в*, а C_3 — емкостью 20 *мкф* на рабочее напряжение 450 *в*. Если нужно, чтобы на нагрузочном сопротивлении (анодная цепь приемника) напряжение было, например, около 200 *в* при токе 15—20 *ма*, то в фильтре надо применить сопротивление R порядка 8 000—10 000 *ом*.

В выпрямителе с удвоением напряжения можно использовать два отдельных селеновых столбика, содержащих по 13 шайб или один столбик из 26 шайб, собранных последовательно, с отводом от 13-й шайбы. Вместо селеновых столбиков можно применить двуханодный кенотрон с раздельными катодами, например кенотрон типа 30Ц6С. В цепь нити накала этого кенотрона надо включить последовательно проволочное сопротивление $R_2 = 300$ *ом*, рассчитанное на мощность рассеяния 30 *вт* (фиг. 7,*б*). Такой выпрямитель можно собрать так же, как и выпрямитель, показанный на фиг. 3. Следует только учесть, что все конденсаторы должны быть хорошо изолированы друг от друга.

Читателям, желающим получить более подробные сведения о выпрямителях, рекомендуем ознакомиться со следующими выпусками Массовой радиобиблиотеки Госэнергоиздата:

В. А. Михайлов, Расчет трансформаторов и дросселей, 1949.
Р. М. Малинин, Питание приемников от электросети, 1950.

ДАННЫЕ НЕКОТОРЫХ СЕЛЕНОВЫХ ВЫПРЯМИТЕЛЬНЫХ ШАЙБ

Диаметр шайбы, *мм*	Допустимый выпрямленный ток, *ма*		Допустимое напряжение на одну шайбу, *в*
	в однополупериодной схеме	в двухполупериодной схеме	
18	32	60	14
25	60	120	14
35	120	240	14
45	240	480	14

НЕКОТОРЫЕ ТИПЫ СЕЛЕНОВЫХ СТОЛБИКОВ

Тип столбика	Схема столбика	Диаметр шайбы, *мм*	Число шайб
ВС-25-21А	Однополупериодная	25	32
ВС-35-13А	То же	35	16
ВС-45-45	Двухполупериодная	45	16

НЕКОТОРЫЕ ТИПЫ КЕНОТРОНОВ

Тип кенотрона	Напряжение накала, *в*	Ток накала, *а*	Выпрямленное напряжение, *в*	Выпрямленный ток, *ма*
6Ц5С	6,3	0,6	370	70
5Ц4С	5	2	420	125
30Ц6С	30	0,3	225	90

Цена 40 коп.

